

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
20. Dezember 2001 (20.12.2001)

PCT

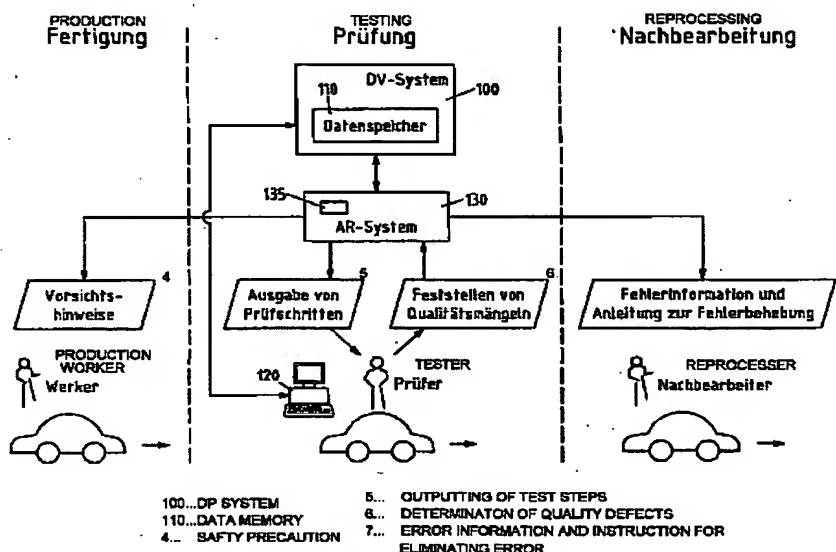
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/96829 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: G01M 17/007 (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ALT, Thomas
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/06551 [DE/DE]; Heinrichstrasse 37, 38106 Braunschweig (DE).
SCHREIBER, Werner [DE/DE]; Allerstrasse 21, 38527
(22) Internationales Anmeldedatum: 9. Juni 2001 (09.06.2001) Meine (DE).
(25) Einreichungssprache: Deutsch (74) Gemeinsamer Vertreter: VOLKSWAGEN AK-
TIENGESELLSCHAFT; Brieffach 1770, 38436 Wolfs-
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch burg (DE).
(30) Angaben zur Priorität: 100 28 382.9 13. Juni 2000 (13.06.2000) DE (81) Bestimmungsstaaten (national): CN, JP, US.
(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE, TR).
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT
[DE/DE]; 38436 Wolfsburg (DE). Veröffentlicht:
— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR TESTING A PRODUCT FOR QUALITY DEFECTS AND SYSTEM FOR CARRYING OUT THIS METHOD

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR PRÜFUNG EINES PRODUKTES IM HINBLICK AUF QUALITÄTSMÄNGEL UND SYSTEM ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS



(57) Abstract: The invention relates to a method for testing a product, especially an automobile, for quality defects, and to a system (100) for processing the data resulting from such a test. The aim of the invention is to further develop a method and system of this type with a view to simplifying the method and the necessary exchange of data with the system. To this end, the invention provides that a tester is assisted during the testing process by an augmented reality (AR) system which is linked to the system (100) and which receives and/or outputs to the tester data relevant to the testing.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

BEST AVAILABLE COPY



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 101 28 015 A 1**

51 Int. Cl. 7:
G 06 F 17/50

21 Aktenzeichen: 101 28 015.7
22 Anmeldetag: 8. 6. 2001
43 Offenlegungstag: 20. 12. 2001

DE 101 28 015 A 1

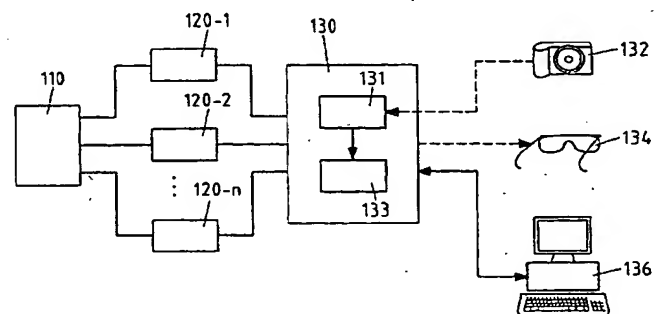
66 Innere Priorität:
100 28 382. 9 13. 06. 2000
71 Anmelder:
Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE

72 Erfinder:
Alt, Thomas, 38106 Braunschweig, DE; Schreiber,
Werner, Dr., 38527 Meine, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Verfahren und System zum Planen einer veränderten Produktionsumgebung, insbesondere einer Fertigungsumgebung für Fahrzeugkomponenten

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein System zum Planen einer veränderten Produktionsumgebung, insbesondere einer Fertigungsumgebung für Fahrzeugkomponenten, insbesondere für Automobile, ausgehend von einer real existierenden Fertigungsumgebung. Die Planung erfolgt üblicherweise mit Hilfe von Software-Werkzeugen 120-1...120-n, welche virtuelle Planungsergebnisse erzeugen. Es ist die Aufgabe der Erfindung, ein derartiges bekanntes Verfahren und System so weiterzubilden, daß eine Validierung von Planungsdaten präziser möglich ist und deshalb die Kosten für die Planung reduziert werden können. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die virtuellen Planungsergebnisse mit Hilfe eines Augmented Reality AR-Systems mit der realen Fertigungsumgebung überlagert werden.



DE 101 28 015 A 1

BEST AVAILABLE COPY

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein System zum Planen einer veränderten Produktionsumgebung, insbesondere einer Fertigungsumgebung für Fahrzeugkomponenten, insbesondere für Automobile.

[0002] Dabei wird vorausgesetzt, daß die Planung zum Verändern einer real existierenden Fertigungsumgebung vorgenommen wird. Unter der real existierenden Fertigungsumgebung ist z. B. eine leerstehende Fabrikhalle zu verstehen. Geplant sein kann dann z. B. eine Veränderung der bestehenden Umgebung in Form der Errichtung einer Produktionsstraße für die Fahrzeugkomponenten in der noch leerstehenden Fabrikhalle.

[0003] Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, daß zur Fertigungsplanung vorzugsweise Software-Werkzeuge eingesetzt werden. Diese Werkzeuge ermöglichen eine 2- oder 3-dimensionale virtuelle Darstellung und Simulation von Planungsergebnissen. So ermöglichen sie beispielsweise eine virtuelle Darstellung eines geplanten Layouts für die Produktionsstraße oder eine virtuelle Simulation des Bewegungsablaufs von Fahrzeugkomponenten, während diese auf der geplanten Produktionsstraße gefertigt werden. Auch eine Überlagerung von virtuellen Planungsergebnissen ist möglich. So ist es möglich, die Produktionsstraße in Funktion virtuell zu simulieren, indem ihr geplantes Layout mit dem zugehörigen geplanten Bewegungsablauf der Fahrzeugkomponenten überlagert wird.

[0004] Den erwähnten Software-Werkzeugen für Planungszwecke haftet jedoch der Nachteil an, daß sie keine Überlagerung eines virtuellen Planungsergebnisses mit der zugehörigen realen Umgebung ermöglichen, in welcher Planungsobjekte, die durch die Planungsergebnisse repräsentiert werden, später tatsächlich aufgebaut werden und funktionieren sollen. Damit fehlt den Planern eine Möglichkeit ihre Planungsobjekte an der realen Umgebung zu validieren.

[0005] Dieser Nachteil wird auch durch die Lehre der Druckschrift DE 198 32 974 A1 nicht überwunden. Diese Lehre sieht eine Überlagerung von Bilddaten virtueller Komponenten einer Fabrikationsanlage aus einer Komponentenbibliothek mit Bilddaten einer real existierenden Fabrikationsanlage.

[0006] Die verwendeten Bilddaten repräsentieren die Realität, insbesondere die reale Fabrikationsanlage nur näherungsweise; ein Abgleich mit der Realität findet deshalb demnach nur in unzulänglicher Weise statt. Außerdem ist die in der DE 198 32 974 vorgestellte Vorrichtung nicht als Planungshilfe für veränderte Fabrikationsumgebungen gedacht, sondern lediglich zur Abbildung einer real existierenden Anlage in ein entsprechendes virtuelle Anlagenmodell.

[0007] Erwähnt sei an dieser Stelle auch, daß sogenannte Augmented Reality AR-Systeme zur Überlagerung einer virtuellen mit einer realen Welt grundsätzlich im Stand der Technik bekannt sind. Diese Systeme sehen vor, daß einem Anwender virtuelle Informationen, vorzugsweise über eine halbdurchlässige sogenannte Datenbrille in sein Sichtfeld einblendet werden und so seine Wahrnehmung gegenüber seiner reinen realen Sicht durch die Brille erweitert wird. Dies geschieht kontextabhängig, d. h. angepaßt an eine jeweilige Situation in welcher sich der Anwender gerade befindet. Als Informationen können grundsätzlich jegliche Arten von Daten, insbesondere Bild- oder Textdaten, eingeblendet werden. Solche AR-Systeme finden bisher z. B. in der Flugzeugproduktion Anwendung.

[0008] Ausgehend von dem eingangs beschriebenen Stand der Technik ist es die Aufgabe der Erfindung, ein bekanntes Verfahren und System zum Planen einer veränderten Fertigungsumgebung für Fahrzeugkomponenten derart

weiterzubilden, daß eine Validierung von Planungsdaten, d. h. eine Überprüfung von Planungsdaten im Hinblick auf ihre Richtigkeit, präziser möglich ist und deshalb die Kosten für die Planung reduziert werden können.

[0009] Diese Aufgabe wird für das eingangs genannte Verfahren gemäß Patentanspruch 1 dadurch gelöst, daß die virtuellen Planungsergebnisse mit Hilfe eines Augmented Reality AR-Systems mit der realen Fertigungsumgebung überlagert werden.

[0010] Das AR-System ermöglicht eine Überlagerung von virtuellen Planungsergebnissen, welche z. B. in Form von digitalen 2 oder 3 dimensional Bilddaten vorliegen, mit der Realität. Die Überlagerung findet statt vor Ort, d. h. am Ort der realen Umgebung, in welche das Objekt der Planung später aufgebaut werden und funktionieren soll. Das AR-System blendet die virtuellen Planungsergebnisse vorzugsweise in eine halbdurchlässige sogenannte Datenbrille ein, damit sie sich im Sichtfeld des Trägers der Datenbrille, der sich vor Ort befindet, mit dessen Sicht auf die reale Umgebung überlagern.

[0011] Auf diese Weise ermöglicht das erfindungsgemäße Verfahren eine genaue Kontrolle oder Kollisionsanalyse, ob ein durch das virtuelle Planungsergebnis repräsentiertes Planungsobjekt, z. B. eine Fertigungsstraße, überhaupt in eine dafür vorgesehene reale Umgebung, z. B. eine real vorhandene Fabrikhalle hineinpassen würde. Darüber hinaus können auch Bewegungsabläufe des Planungsobjektes in der realen Umgebung simuliert und überprüft werden. Die Kontrolle kann vorteilhafterweise virtuell, d. h. ohne daß das Planungsobjekt tatsächlich in der realen Umgebung aufgebaut werden muß, erfolgen. Dadurch daß die Kontrolle am Ort der realen Umgebung stattfindet, ist die Gefahr von Planungsfehlern erheblich reduziert, was wiederum eine Verringerung der Planungskosten mit sich bringt.

[0012] Die Kontrolle oder Kollisionsanalyse, d. h. die Auswertung der Überlagerung von virtuellen Planungsobjekten mit der realen Umgebung, kann entweder durch eine Person, i. d. R. den Träger der Datenbrille, oder aber automatisch durch eine an das AR-System angeschlossene Auswertereinrichtung erfolgen.

[0013] Die genannte Aufgabe der Erfindung wird weiterhin durch das in Patentanspruch 4 beanspruchte System gelöst. Die Vorteile des Systems entsprechen den oben für das Verfahren genannten Vorteilen. Vorteilhafterweise kann das AR-System an vorhandene Standard Hard-/Software angeschlossen werden bzw. in bestehende Planungswerkzeuge integriert werden.

[0014] Es ist vorteilhaft, wenn die Datenbrille drahtlos, z. B. per Funkverbindung an das System angeschlossen ist, weil der Träger der Datenbrille dann mobil, d. h. unabhängig von dem Standort des Systems frei beweglich ist.

[0015] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0016] Der Beschreibung sind zwei Figuren beigelegt, wobei

[0017] Fig. 1 ein System zum Planen einer veränderten Fertigungsumgebung für Fahrzeugkomponenten gemäß der Erfindung; und

[0018] Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel für das erfindungsgemäße Verfahren zeigt.

[0019] Gemäß Fig. 1 umfaßt das erfindungsgemäße System zum Planen einer veränderten Fertigungsumgebung für Fahrzeugkomponenten, zunächst einen vorzugsweise zentralen Datenspeicher 110 zum Speichern von Planungsdaten. An diesem Datenspeicher 110 ist zumindest ein Software-Werkzeug 120-1 ... 120-n angeschlossen, welches virtuelle Planungsergebnisse erzeugt. Ein Planungsergebnis kann z. B. das Layout einer Produktionsstraße oder eines In-

dustrieroboters 240 sein. Das Layout ist üblicherweise auf die reale Umgebung, in welcher die Produktionsstraße oder der Industrieroboter 240 später aufgestellt werden soll, abgestimmt. Erfindungsgemäß ist das zumindest eine Software-Werkzeug 120-1 . . . 120-n an ein Augmented Reality AR-System 130 angeschlossen. Das AR-System 130 ermöglicht eine Überlagerung der virtuellen Planungsergebnisse mit der realen Umgebung. Zu diesem Zweck ist an das AR-System 130 eine halbdurchlässige, sogenannte Datenbrille 134 angeschlossen. Ein am Ort der realen Umgebung befindlicher Träger der Datenbrille 134 hat dann zum einen durch die Datenbrille hindurch eine freie Sicht auf die reale Umgebung. Zum anderen wird ihm von dem AR-System 130 ein virtuelles Planungsergebnis in die Datenbrille eingeblendet. Auf diese Weise findet im Sichtfeld der Datenbrille 134 eine Überlagerung der virtuellen Planungsergebnisse mit der realen Umgebung statt.

[0020] Vorteilhafterweise werden die Planungsergebnisse bzw. die Planungsobjekte 3-dimensional eingeblendet, weil auf diese Weise beim Träger der Datenbrille die Vorstellung über die räumliche Integration des Planungsobjektes in die ohnehin 3-dimensional vorhandene reale Umgebung erleichtert wird.

[0021] Die Überlagerung von virtuellen Planungsobjekten mit I in der realen Umgebung ermöglicht dem Träger der Datenbrille 134 eine einfache Möglichkeit für eine Kollisionsanalyse, d. h. eine Überprüfung, ob das Planungsobjekt von seinen Abmessungen oder von seinem Aktionsradius her überhaupt an einer vorgesehenen Stelle in der realen Umgebung positioniert werden kann. Für eine derartige Überprüfung ist es vorteilhaft, wenn die Planungsobjekte sowohl statisch, d. h. ruhend, wie auch in Bewegung in die Brille 134 eingeblendet werden können.

[0022] Die Kollisionsanalyse kann entweder von einem Menschen, insbesondere dem Träger der Datenbrille 134, oder aber maschinell vorgenommen werden.

[0023] Wenn die Kollisionsanalyse durch den Träger der Datenbrille 134 durchgeführt wird, dann muß diese eventuelle Kollisionen zwischen dem Planungsobjekt und der realen Umgebung durch die Brille beobachten und über eine Ein- und Ausgabevorrichtung 136 dem AR-System mitteilen.

[0024] Wenn alternativ dazu, die Kollisionsanalyse maschinell durchgeführt werden soll, muß die reale Umgebung von einer Kamera 132 erfaßt und von einer nachgeschalteten Vermessungseinrichtung 131, welche die von der Kamera 132 erzeugten Bilddaten der realen Umgebung auswertet, vermessen werden. Die von der Vermessungseinrichtung 131 erzeugten Daten, welche die geometrischen Abmessungen realen Umgebung repräsentieren, werden nachfolgend in einer Auswerteeinrichtung 133 mit den virtuellen Daten eines Planungsobjektes, welches in die reale Umgebung integriert werden soll, überlagert. Dabei repräsentieren die virtuellen Daten das Planungsobjekt in allen möglichen Bewegungszuständen, d. h. sie repräsentieren auch dessen Aktionsradius. Die Auswerteeinrichtung führt dann bei der Überlagerung der Daten automatisch eine Kollisionsanalyse durch. Das Ergebnis der Kollisionsanalyse kann dann z. B. über die Ein-/Ausgabevorrichtung 136 abgerufen werden.

[0025] Fig. 2 zeigt einen Blick durch eine halbdurchlässige Datenbrille 134 bei einer Kollisionsanalyse als Ausführungsbeispiel für die Erfindung. Der Träger der Datenbrille 134, vorzugsweise ein ausführender Planer, steht dabei in der realen Umgebung, z. B. in einer real existierenden leeren Fabrikhalle. Er erkennt durch die Brille 134 den Boden 210 der Fabrikhalle, eine tragende Säule 220 und die Decke der Fabrikhalle 230. Erfindungsgemäß wird ihm nun

mit Hilfe der Brille 134 ein geplanter virtueller Industrieroboter 240 als Planungsobjekt in sein Sichtfeld eingeblendet. Der Roboter 240 wird dabei vorteilhafterweise dreidimensional so in das Sichtfeld des Planers eingeblendet, daß der Planer den Roboter an genau der von ihm geplanten Stelle auf dem Boden 210 der Fabrikationshalle stehen sieht. Der Roboter 240 wird nicht nur stillstehend, sondern auch in Bewegung eingeblendet. Auf diese Weise kann der Planer sehr schnell und präzise feststellen, ob der ursprünglich geplante Standort für den Roboter 240, diesem einen ausreichenden Aktionsspielraum gewährt oder nicht. Wenn bei bestimmten Bewegungen des Roboters 240 eine Kollision mit der tragenden Säule 220 oder mit der Decke 230 zu befürchten ist, wird der Planer gegebenenfalls den Standort des Roboters 240 aufgrund seiner Erkenntnisse aus der Kollisionsanalyse verändern.

[0026] Die Kollisionsprüfung erfolgt erfindungsgemäß in der realen Umgebung, wodurch Planungsfehler vermindert oder sogar ganz vermieden werden. Weil die virtuellen Planungsergebnisse mit der realen Umgebung überlagert werden, ist es nicht erforderlich, daß z. B. der Roboter 240 für eine Kollisionsanalyse tatsächlich in der Halle aufgebaut werden müßte. Dadurch werden Planungskosten eingespart.

Bezugszeichenliste

- 110 Datenspeicher
- 120-1 . . . 120-n Software-Werkzeug
- 130 AR-System
- 131 Vermessungseinrichtung
- 132 Kamera
- 133 Auswerteeinrichtung
- 134 Datenbrille
- 136 Ausgabevorrichtung
- 230 Fabrikhalle
- 240 Industrieroboter

Patentansprüche

1. Verfahren zum Planen einer veränderten Produktionsumgebung, insbesondere einer Fertigungsumgebung für Automobilkomponenten, ausgehend von einer real existierenden Fertigungsumgebung, wobei virtuelle Planungsergebnisse erzeugt werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß die virtuellen Planungsergebnisse mit Hilfe eines Augmented Reality AR-Systems (130) mit der realen Fertigungsumgebung überlagert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Überlagerung der virtuellen Planungsergebnisse mit der realen Fertigungsumgebung entweder von einer Person oder automatisch ausgewertet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die virtuellen Planungsergebnisse in Form statischer oder bewegter Bilder vorliegen.
4. System zum Planen einer veränderten Fertigungsumgebung für Fahrzeugkomponenten, insbesondere für Automobilkomponenten, ausgehend von einer real existierenden Fertigungsumgebung, mit einem Datenspeicher (110) zum Speichern von Planungsdaten; und zumindest einem an den Datenspeicher angeschlossenen Software-Werkzeug (120-1 . . . 120-n) zum Erzeugen von virtuellen Planungsergebnissen; gekennzeichnet durch ein Augmenting Reality AR-System (130) zum Überlagern der virtuellen Planungsergebnisse mit der realen Fertigungsumgebung.
5. System nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch eine an das AR-System (130) angeschlossene Daten-

brille (134), zum Durchführen der Überlagerung im Sichtfeld des Trägers der Datenbrille (134).

6. System nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Datenbrille (134) drahtlos an das AR-System (130) angeschlossen ist.

5

7. System nach einem der Ansprüche 4-6, gekennzeichnet durch eine an das AR-System (130) angeschlossene Kamera (132) zum Erfassen der realen Umgebung.

8. System nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das AR-System (130) eine Vermessungseinrichtung (131) zum Vermessen der von der Kamera (132) als Bilddatum erfaßten realen Umgebung.

10

9. System nach einem der Ansprüche 4-8, dadurch gekennzeichnet, daß das AR-System (130) eine Auswerteeinrichtung (133) zum Auswerten der Überlagerung im Hinblick auf mögliche Kollisionen aufweist.

15

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

BEST AVAILABLE COPY

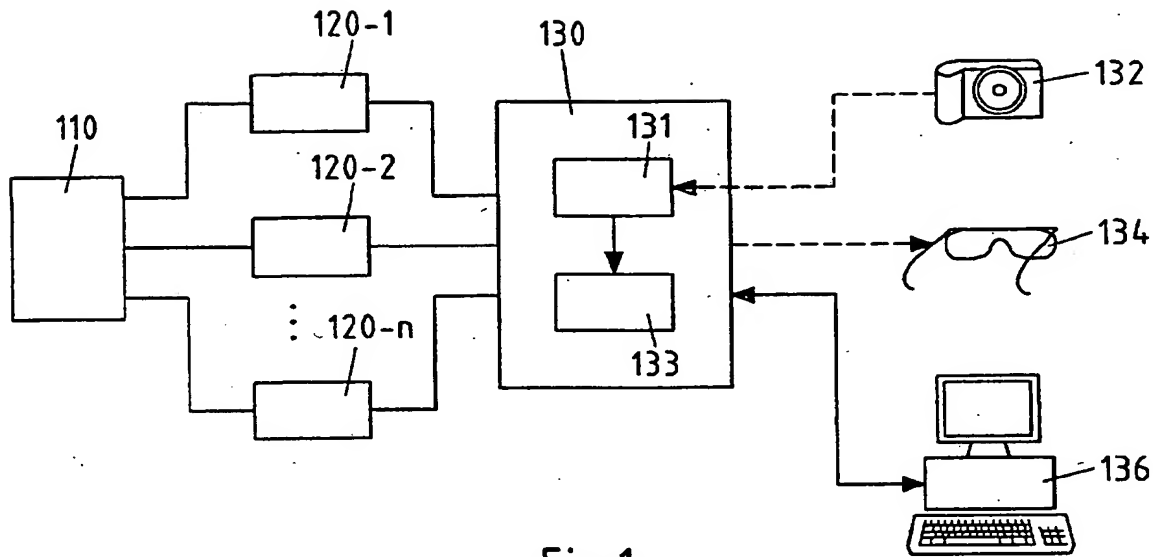


Fig.1

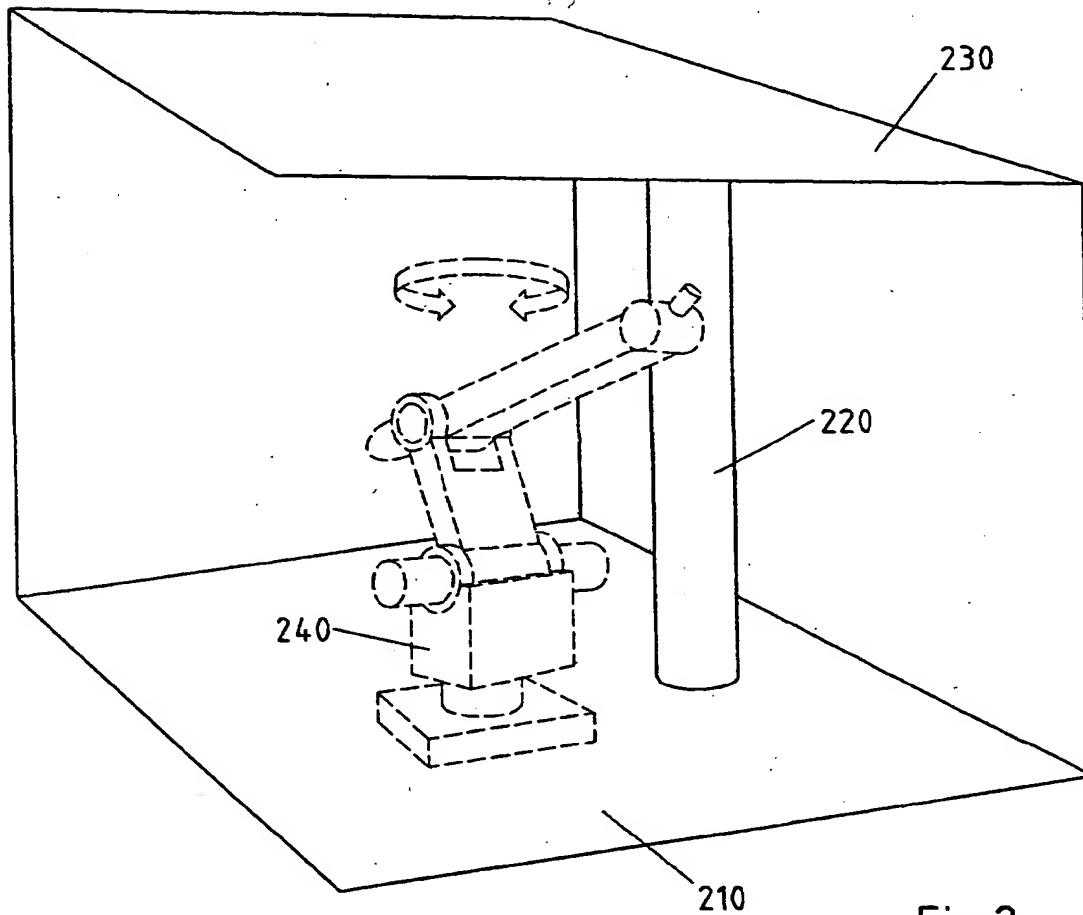


Fig.2